

[Scope of Claim]

[Claim 10] A thin-film magnetic head having a recording head part and a protection layer which is made of an insulating material and covers the recording head part, the recording head part comprising a lower core layer, an upper core layer opposed to the lower core layer, and a coil layer provided between the lower core layer and the upper core layer for inducing a recording magnetic field to both the core layers, characterized in that:

a heat dissipating layer of metal having a higher thermal conductivity than that of the protection layer is provided above the recording head part; a heat conducting layer separate from the lower core layer is provided below the coil layer to face the lower side of the coil layer with an insulating layer in between; the heat conducting layer has a thermal conductivity higher than that of the insulating layer; and the heat conducting layer is connected to the heat dissipating layer in such a manner as to be capable of transferring heat.

[Claim 11] A thin-film magnetic head according to claim 10, wherein the heat conducting layer is formed on the same plane as the lower core layer.

[Claim 12] A thin-film magnetic head according to claim 10, wherein a reproducing head part is provided below the recording head part, the reproducing head having a magnetoresistive element between an upper shield layer and a lower shield layer, and the heat conducting layer is formed on the same plane as the upper shield layer and separate from the upper shield layer.

[Claim 13] A thin-film magnetic head according to claim 12, wherein the heat conducting layer located on the same plane as

the lower core layer and the heat conducting layer located on the same plane as the upper shield layer are provided independent of each other, and the two heat conducting layers are connected to the heat dissipating layer in such a manner as to be capable of transferring heat.

[0027] The thin-film magnetic head of the present invention has a recording head part and a protection layer which is made of an insulating material and covers the recording head part. The recording head part comprises a lower core layer, an upper core layer opposed to the lower core layer, and a coil layer provided between the lower core layer and the upper core layer for inducing a recording magnetic field to both the core layers. In the thin-film magnetic head, a heat dissipating layer of metal having a higher thermal conductivity than that of the protection layer is provided above the recording head part; a heat conducting layer separate from the lower core layer is provided below the coil layer to face the lower side of the coil layer with an insulating layer in between; the heat conducting layer has a thermal conductivity higher than that of the insulating layer; and the heat conducting layer is connected to the heat dissipating layer in such a manner as to be capable of transferring heat.

[0028] In such a thin-film magnetic head, there is formed a path for releasing heat of the coil layer to the heat dissipating layer via the heat conducting layer, and thus the heat of the coil layer is easily released to the heat dissipating layer. The heat conducting layer and the heat dissipating layer are preferably connected via a heat conducting member having a high thermal conductivity, and the heat conducting member is preferably non-magnetic. When the recording head part has not only the lower

core layer opposed to the upper core layer but also a back lower core layer provided behind the lower core layer and separate from the lower core layer, the back lower core layer may be utilized as the heat conducting layer.

[0029] In the thin-film magnetic head of the invention, the heat conducting layer is formed on the same plane as the lower core layer.

[0030] The heat conducting layer is preferably located closer to the lower core layer, and heat of the lower core layer is released to the heat dissipating layer through the heat conducting layer.

[0031] The thin-film magnetic head of the invention is provided with a reproducing head part below the recording head part. The reproducing head part has a magnetoresistive element located between an upper shield layer and a lower shield layer. The heat conducting layer is formed on the same plane as the upper shield layer and separate from the upper shield layer.

[0032] The heat conducting layer is preferably located closer to the upper shield layer, and heat of the upper shield layer is released to the heat conducting layer to suppress a temperature rise at the position of the magnetoresistive element. When the reproducing head part has not only the upper shield layer opposed to the magnetoresistive element but also a back upper shield layer provided behind the upper shield layer and separate from the upper shield layer, the back upper shield layer may be utilized as the heat conducting layer.

[0033] In the thin-film magnetic head of the invention, the heat conducting layer located on the same plane as the lower core layer and the heat conducting layer located on the same plane as the upper shield layer are provided independent of each other, and the two heat conducting layers are connected to the heat

dissipating layer in such a manner as to be capable of transferring heat.

[0034] In such a thin-film magnetic head, heat of the upper shield layer is released to the heat dissipating layer through the heat conducting layer so that a temperature rise at the position of the magnetoresistive element is suppressed. The two heat conducting layers are preferably connected to via a heat conducting member having a high thermal conductivity, and the heat conducting member is preferably non-magnetic.

[0127] Furthermore, according to the fifth embodiment, as shown in FIG. 7, a back lower core layer 55 made of a magnetic metal material is provided separate from the lower core layer 2. The back lower core layer 55 is provided on the same plane where the lower core layer 2 is formed, and is close to the lower core layer 2. The back lower core layer 55 and the heat dissipating layer 54 are coupled to each other with a first heat conducting member 56. The back lower core layer 55 has a thermal conductivity higher than that of the insulating base layer 7, the first coil insulating layer 9 and the second coil insulating layer 11, and serves as the heat conducting layer for conducting heat of the lower core layer 2, the first coil layer 8 and the second coil layer 10 to the heat dissipating layer 54 via the first heat conducting member 56.

[0128] In FIG. 7, the reproducing head part h2 provided below the recording head part h1 is shown as a cross section.

[0129] The reproducing head part h2 is formed close to the lower core layer 2 of the recording head part h1, lying over an end face 1a of a slider 1 via an undercoat 62.

[0130] In the reproducing head part h2, the magnetoresistive

element 70, which may be a GMR element that utilizes a giant magnetoresistive effect typified by a spin-valve film or an AMR element that utilizes an anisotropic magnetoresistive effect, is sandwiched between the upper and lower shield layers 71, 72 made of Permalloy and insulated therefrom. An end of the magnetoresistive element 70 is exposed at the magnetic-disk-facing surface 1b.

[0131] When the thin-film magnetic head having such a reproducing head part h2 is performing reproduction of magnetic data of a magnetic medium such as a magnetic disk, a magnetic field occurring from the magnetic disk between the upper and lower shield layers 71, 72 is sensed by the magnetoresistive element 70, and the electric resistance is varied by the magnetic field. The magnetic data is reproduced from the variation in the electric resistance.

[0132] In this thin-film magnetic head, since a temperature rise in the recording head part h1 is suppressed, the temperature in the reproducing head part h2 will not greatly vary and a variation in the electric resistance resulting from a change in temperature of the magnetoresistive element 70 is thus small. Accordingly, it is possible to reproduce magnetic data precisely from a variation in the electric resistance of the magnetoresistive element 70.

[0133] In the embodiment shown in FIG. 7, the upper shield layer 71 and the back upper shield layer 75 made of a magnetic metal material are provided on the same plane and close to each other. The back upper shield layer 75 is connected to the back lower core layer 55 via a second heat conducting member 73. Furthermore, the back upper shield layer 75 is connected to the lower shield layer 72 via a third heat conducting member 74. The back upper shield layer 75 has a high thermal conductivity and thus serves as the

heat conducting layer for conducting heat of the upper shield layer 71 and the lower shield layer 72 to the heat dissipating layer 54.

[0134] Here, the heat conducting parts 56, 73 and 74 are made of a metal material having a high thermal conductivity, or preferably, a non-magnetic metal material. For example, the material may be one selected from the group consisting of Au, Ag, Pt, Cu, Cr, Al, Ti, Sn, NiP, Mo, W, Pd and Rh, or an alloy of two or more metals selected from the above group, or may be a layered structure including stacked layers of two or more metal materials selected from the above group.

[0135] As shown in FIG. 7, the back lower core layer 55 of the recording head part h1 is connected to the heat dissipating layer 54 via the first heat conducting member 56. This makes it possible to suppress a temperature rise in the entire recording head part h1. Furthermore, in the reproducing head part h2, the back upper shield layer 75 is provided and the heat thereof is allowed to be transferred to the heat dissipating layer 54 via the second heat conducting member 73, and the heat of the lower shield layer 72 is allowed to be transferred to the heat dissipating layer 54 via the third heat conducting member 74. It is thereby possible to suppress a temperature rise in the reproducing head part h2, too.

[0136]

[Effect of the Invention] According to the thin-film magnetic head of the invention, since the heat of the recording head part is released to the heat dissipating layer, it is possible to suppress a temperature rise in the recording head part, and also in the recording head part and the reproducing head part, and to prevent the head part(s) from protruding from the recording-

medium-facing surface due to thermal expansion.

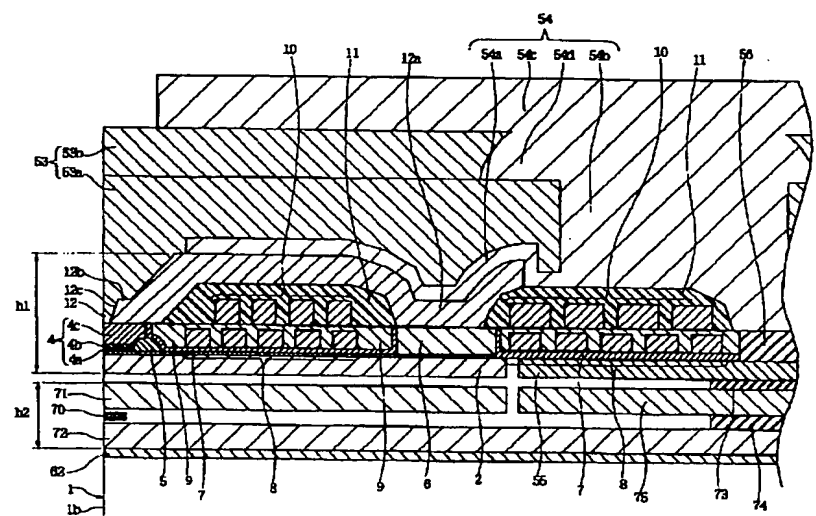


FIG. 7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-91802

(P2003-91802A)

(43) 公開日 平成15年3月28日 (2003.3.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

A 5 D 0 3 3

F 5 D 0 3 4

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-283349 (P2001-283349)

(22) 出願日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 高橋 亨

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 矢澤 久幸

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 100085453

弁理士 野▲崎▼ 照夫

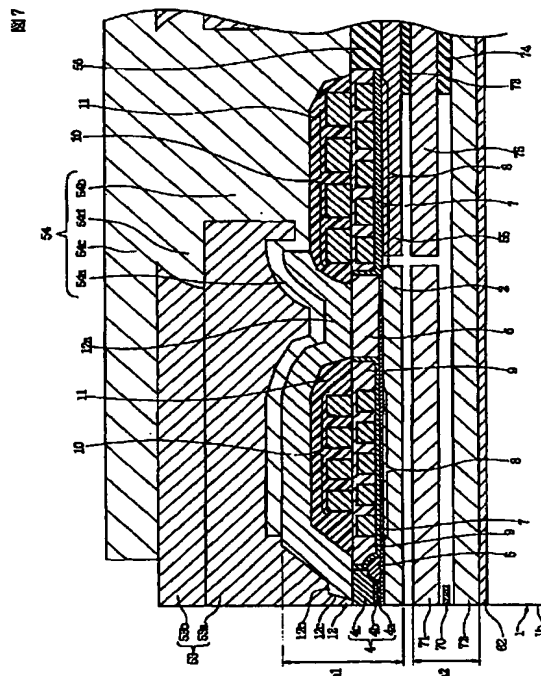
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 熱膨張により記録ヘッド部が磁気ディスク対向面からの突出することを抑制して、磁気記録装置の高記録密度化、高周波化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 下部コア層2と上部コア層12の間にコイル層8、10が設けられた記録ヘッド部h1の上方には、熱伝導性に優れた材料からなる放熱層14、24、34、44、54が上部コア層12の面積よりも広く形成されて、コイル層8、10を覆っており、記録ヘッド部h1の熱が放熱層14、24、34、44、54に放出されるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記下部コア層および前記上部コア層の間に位置して前記両コア層に記録磁界を誘導するコイル層とが設けられた記録ヘッド部、および前記記録ヘッド部を覆う絶縁材料の保護層を有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッド部の上方に、前記保護層よりも熱伝導率の高い金属製の放熱層が設けられており、前記放熱層が、前記上部コア層と前記コイル層の少なくとも一方を覆っていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記放熱層は、その面積が前記上部コア層の面積よりも広く形成されている請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記放熱層の一部が前記上部コア層と接触している請求項 1 または 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記放熱層は、前記上部コア層および前記コイル層のいずれにも接触していない請求項 1 または 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記放熱層は、その面積が前記コイル層の面積よりも広く形成されている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記放熱層の少なくとも一部が、前記保護層から露出している請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記放熱層は、前記保護層の上面に露出する露出部と、前記上部コア層と前記露出部とを接続する接続部とから構成されている請求項 6 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 前記放熱層は、前記保護層の上面に露出する露出部と、前記コイル絶縁層を介して前記コイル層に対向する接続部とを有する請求項 6 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 前記接続部から延びる導熱部が設けられ、この導熱部が前記上部コア層に接触している請求項 8 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】 下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記下部コア層および前記上部コア層の間に位置して前記両コア層に記録磁界を誘導するコイル層とが設けられた記録ヘッド部、および前記記録ヘッド部を覆う絶縁材料の保護層を有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記記録ヘッド部の上方に、前記保護層よりも熱伝導率の高い金属製の放熱層が設けられ、前記コイル層の下側に、前記下部コア層と分離された熱伝達層が、前記コイル層の下側に絶縁層を介して対向しており、前記熱伝達層は前記絶縁層よりも熱伝導率が高く、前記熱伝達層と前記放熱層とが熱伝達可能に接続されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】 前記熱伝達層は、前記下部コア層と同

一の面上に形成されている請求項 10 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 12】 前記記録ヘッド部の下方には、上部シールド層と下部シールド層間に磁気抵抗効果素子が設けられた再生ヘッド部が設けられており、前記熱伝達層は、前記上部シールド層と分離されて、前記上部シールド層と同一の面上に形成されている請求項 10 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】 前記下部コア層と同一面上に位置する前記熱伝達層と、前記上部シールド層と同一の面上に位置する前記熱伝達層とが、互いに独立して設けられ、この 2 つの前記熱伝達層が、前記放熱層と熱伝達可能に接続されている請求項 12 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 14】 前記放熱層の少なくとも一部が、前記保護層の上面に露出している請求項 10 ないし 13 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 15】 前記保護層の上面には外部接続のための端子層が設けられており、前記保護層から露出している前記放熱層は、前記端子層と同じ材料で且つ同じ面上に形成されている請求項 6、7、8、9 または 14 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 16】 前記放熱層は、非磁性金属であり、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、Ni、P、Mo、W、Pd、Rh のいずれか 1 種、または 2 種以上の合金、あるいは 2 種以上の金属の積層体である請求項 1 ないし 15 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 17】 前記放熱層の総体積が $1.0 \times 10^{-14} \text{ m}^3$ 以上であることを特徴とする請求項 16 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 18】 前記保護層は、 AlSiO からなり、Si の前記保護層の全体に占める割合が 2 原子% 以上で 9 原子% 以下である請求項 1 ないし 17 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば磁気記録媒体に対向するスライダのトレーリング端部に設けられる薄膜磁気ヘッドに係り、特に、放熱性に優れた薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の薄膜磁気ヘッドは、図 9 に示すように、スライダ 81 のトレーリング側端面 81a に、記録ヘッド部 h 85 が設けられている。この記録ヘッド部 h 85 は、下部コア層 82、上部コア層 83 の間にコイル層 84 を備えたインダクティブヘッドであり、下部コア層 82 の先端と上部コア層 83 の先端の間に磁気ギャップ層 85 が設けられ、上部コア層 83 と下部コア層 82 は後方部分で磁気的に接続されている。このような記録ヘッド部 h 85 は、 Al_2O_3 等の絶縁材料からなる保護層 86 によって覆われている。

【0003】ハード磁気ディスクが搭載される磁気記録装置において、記録ヘッド部h 85が磁気媒体である磁気ディスクに磁気記録を付与するとき、スライダ81は、磁気ディスクから微小間隔をもって浮上する。

【0004】そして、記録ヘッド部h 85は、コイル層84に記録電流が印加されて、記録電流により下部、上部コア層82、83に誘導された磁界が磁気ギャップ85で洩れ磁界となり、磁気ディスクに記録磁界として付与される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッド部h 85が保護層86により覆われているが、絶縁材料からなる保護層86は、熱伝導性が低いので、コイル層84を流れる記録電流等による記録ヘッド部h 85での発熱は、記録ヘッド部h 85から放出され難く、その結果記録ヘッド部h 85の温度が高くなる。

【0006】記録ヘッド部h 85の温度が上昇すると、金属材料で形成されている下部コア層82、上部コア層83およびコイル層84などと、その周囲を覆う保護層86との間の熱膨張率の違いにより、前記記録ヘッド部h 85が形成されている領域が、スライダ81の記録媒体との対向面81bから突出する。

【0007】特に、高記録密度を可能とした薄膜磁気ヘッドでは、コイル層84に与えられる記録電流の周波数が高いため、前記記録ヘッド部h 85の温度が100℃以上となることが多く、前記対向面81bからの磁気ヘッド部h 85の突出量は大きくなる。また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダ81の対向面81bとの対向間隔が狭くなっているため、前記磁気ヘッド部h 85が突出すると、記録ヘッド部h 85が磁気媒体に当たる頻度が高くなり、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド部h 85を損傷する可能性が高くなる。

【0008】本発明は、記録ヘッド部が熱膨張を抑制して、磁気記録装置の高記録密度化、高周波化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記下部コア層および前記上部コア層の間に位置して前記両コア層に記録磁界を誘導するコイル層とが設けられた記録ヘッド部、および前記記録ヘッド部を覆う絶縁材料の保護層を有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッド部の上方に、前記保護層よりも熱伝導率の高い金属製の放熱層が設けられており、前記放熱層が、前記上部コア層と前記コイル層の少なくとも一方を覆っている。

【0010】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層が大きな熱容量を有するように、放熱層の体積を大きくし

たり、放熱層の表面に凹凸を設けても良い。記録ヘッド部の熱は、熱伝導率が高く、大きな熱容量を有する放熱層に放出され易く、記録ヘッド部の温度上昇が抑えられるので、記録ヘッド部の熱膨張量が少なく、高記録密度化、高周波数化に伴って記録ヘッド部が磁気媒体に接近した磁気記録装置にも適用することができる。

【0011】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の面積が前記上部コア層の面積よりも広く形成されている。

10 【0012】このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層全体の熱が放熱層に放出されやすい。放熱層の面積を広くすると、上部コア層の熱が放熱層に放出され易く、また、放熱層の熱が放出され易い。

【0013】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の一部が前記上部コア層と接触している。

【0014】このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層の熱容量を実質的に増大させることができる。上部コア層の熱容量を増大させるためには、放熱層と上部コア層の接触面積が大きいことが好ましい。

20 【0015】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層が前記上部コア層および前記コイル層のいずれにも接触していない。

【0016】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層と上部コア層及びコイル層は電氣的に絶縁されているので、コイル層と電氣的に接続された外部接続のための端子層を、放熱層として利用することや、前記端子層と放熱層を一体に形成して、放熱層の熱容量を増大させることが可能である。

30 【0017】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の面積が前記コイル層の面積よりも広く形成されている。

【0018】このような薄膜磁気ヘッドでは、コイル層全体の熱が放熱層に放出されやすい。放熱層の面積を広くすると、コイル層の熱が放熱層に放出され易く、また、放熱層の熱が放出され易い。

【0019】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の少なくとも一部が前記保護層から露出している。

【0020】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層の熱が外部に発散しやすい。放熱層は、より広い面積で保護層から露出することが好ましい。

40 【0021】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層が前記保護層の上面に露出する露出部と、前記上部コア層と前記露出部とを接続する接続部とから構成されている。

【0022】このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層の熱が外部に放出されやすい。放熱層は、上部コア層とより広い面積で接触して、より広い露出部を有することが好ましい。

50 【0023】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層が前記保護層の上面に露出する露出部と、前記コイル絶縁層を介して前記コイル層に対向する接続部とを有する。

【0024】このような薄膜磁気ヘッドでは、コイル層の熱が外部に放出されやすい。放熱層は、コイル層をより広い領域で覆い、より広い露出部を有することが好ましい。

【0025】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記接続部から延びる導熱部が設けられ、この導熱部が前記上部コア層に接触している。

【0026】このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層の熱とコイル層の熱が導熱部を伝導して、外部に放出される。導電部は、上部コア層よりも熱伝導率が高いこ

【0027】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記下部コア層および前記上部コア層の間に位置して前記両コア層に記録磁界を誘導するコイル層とが設けられた記録ヘッド部、および前記記録ヘッド部を覆う絶縁材料の保護層を有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッド部の上方に、前記保護層よりも熱伝導率の高い金属製の放熱層が設けられ、前記コイル層の下側に、前記下部コア層と分離された熱伝達層が、前記コイル層の下側に絶縁層を介して対向しており、前記熱伝達層は前記絶縁層よりも熱伝導率が高く、前記熱伝達層と前記放熱層とが熱伝達可能に接続されている。

【0028】このような薄膜磁気ヘッドでは、コイル層の熱が熱伝達層を介して放熱層に放出される経路が形成されるので、コイル層の熱が放熱層に放出され易くなる。熱伝達層と放熱層は、熱伝導性に優れた熱伝導部材で接続されていることが好ましく、前記熱伝導部材は、非磁性であることが好ましい。記録ヘッド部が上部コア層と対向する下部コア層と、この下部コア層の後方に前記下部コア層と分離して設けられた後方下部コア層を有する場合、後方下部コア層を熱伝達層として利用することができる。

【0029】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記熱伝達層が前記下部コア層と同一の面上に形成されている。

【0030】熱伝達層は、下部コア層により近接していることが好ましく、下部コア層の熱は、熱伝達層を介して放熱層に放出される。

【0031】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記記録ヘッド部の下方に上部シールド層と下部シールド層間に磁気抵抗効果素子が設けられた再生ヘッド部が設けられており、前記熱伝達層は、前記上部シールド層と分離されて、前記上部シールド層と同一の面上に形成されている。

【0032】熱伝達層は、上部シールド層により近接していることが好ましく、上部シールド層の熱は、熱伝達層に放出されて、磁気抵抗効果素子位置での温度上昇を抑えることができる。再生ヘッド部が磁気抵抗効果素子と対向する上部シールド層と、この上部シールド層の後方に前記上部シールド層と分離して設けられた後方上部

シールド層を有する場合、後方上部シールド層を熱伝達層として利用することができる。

【0033】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記下部コア層と同一面上に位置する前記熱伝達層と、前記上部シールド層と同一の面上に位置する前記熱伝達層とが、互いに独立して設けられ、この2つの前記熱伝達層が、前記放熱層と熱伝達可能に接続されている。

【0034】このような薄膜磁気ヘッドでは、上部シールド層の熱が熱伝達層を介して放熱層に放出されて、磁気抵抗効果素子位置での温度上昇を抑えることができる。2つの熱伝達層は、熱伝導性に優れた熱伝導部材で接続されていることが好ましく、前記熱伝達部材は、非磁性であることが好ましい。

【0035】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の少なくとも一部が、前記保護層の上面に露出している。

【0036】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層の熱が外部に放出しやすい。また、外部接続のための端子層と同時に製造することも可能である。

【0037】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記保護層の上面に外部接続のための端子層が設けられており、前記保護層から露出している前記放熱層は、前記端子層と同じ材料で且つ同じ面上に形成されている。

【0038】このような薄膜磁気ヘッドでは、端子層と放熱層の露出部を同一工程で形成することができる。

【0039】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層が非磁性金属であり、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、NiP、Mo、W、Pd、Rhのいずれか1種、または2種以上の合金、あるいは2種以上の金属の積層体である。

【0040】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層の熱伝導率が高いため、記録ヘッド部から放熱層に熱が放出されやすく、記録ヘッド部の熱膨張をさらに抑制することができる。

【0041】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記放熱層の総体積が $1.0 \times 10^{-14} \text{ m}^3$ 以上である。

【0042】このような薄膜磁気ヘッドでは、放熱層が記録ヘッド部の発熱を放出させる役割を十分に果たすことができる。特に、放熱層がAuからなり上部コア層に接触しているとき、記録ヘッド部の熱膨張による突き出し量を10nm以下にすることができる。

【0043】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記保護層は、AlSiOからなり、Siの前記保護層の全体に占める割合が2原子%以上で9原子%以下である。

【0044】このような薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッド部から保護層を介して放熱層に放出される熱や、放熱層から保護層を介して外部に放出される熱が放出されやすい。特に、記録ヘッド部と放熱層が保護層を介して対向する場合や、放熱層が保護層に覆われている場合に有効である。

【0045】

【発明の実施の形態】本発明の薄膜磁気ヘッドの図面を説明すると、図1は、本発明の薄膜磁気ヘッドがスライダに搭載された磁気ヘッド装置を示す全体斜視図、図2は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第1の実施の形態の断面図、図3は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第1の実施の形態の平面図、図4は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第2の実施の形態の断面図、図5は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第3の実施の形態の断面図、図6は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第4の実施の形態の断面図、図7は、本発明の薄膜磁気ヘッドの第5の実施の形態の断面図である。

【0046】図1に示す磁気ヘッド装置は、 Al_2O_3-TiC からなる略直方体のスライダ1を有しており、その対向面1bがハード磁気ディスクである記録媒体に対向する。前記スライダ1のトレーリング側の端面1a上に、薄膜磁気ヘッドHと端子層60、60および端子層61、61、が形成されている。前記薄膜磁気ヘッドHの記録ヘッド部のコイル層は前記端子層60、60に接続されている。また、再生ヘッド部の磁気抵抗効果素子が設けられている場合には、前記端子層61、61から前記磁気抵抗効果素子に検出電流が与えられ、且つ前記端子層61、61から再生磁気信号が得られる。

【0047】図2は、本発明の第1の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの断面図であるが、図2では記録ヘッド部h1についてのみ説明し、前記記録ヘッド部h1の下に位置している再生ヘッド部の図示は省略している。

【0048】図2に示す薄膜磁気ヘッドの記録ヘッド部h1はインダクティブヘッドである。このインダクティブヘッドでは、下部コア層2がパーマロイなどの磁性金属材料でメッキ形成されており、その端部は対向面1bに露出している。前記下部コア層2上には、導電材料からなるメッキ下地層3が積層されている。

【0049】対向面1b側では、前記メッキ下地層3上に、記録コア部4がメッキで形成されており、この記録コア部4が前記対向面1bに露出している。

【0050】前記記録コア部4は、メッキ下地層3の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された下部磁極層4aと、前記下部磁極層4aの上にメッキ成長したNiPなどの非磁性金属で形成されたギャップ層4b、および前記ギャップ層4bの上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された上部磁極層4cとで構成されている。

【0051】高記録密度に対応した薄膜磁気ヘッドでは、前記対向面1bに現れている前記記録コア部4のトラック幅寸法（図2の紙面に直行する方向での幅寸法）は、 $0.7\mu m$ 以下で形成されることが好ましく、より好ましくは $0.5\mu m$ 以下である。また、下部磁極層4aの高さ寸法（厚み寸法）は、例えば $0.3\mu m$ 程度、ギャップ層4bの高さ寸法（厚み寸法）は、例えば $0.2\mu m$ 程度、上部磁極層4cの高さ寸法（厚み寸法）は、例えば $2.4\sim 2.7\mu m$ 程度である。前記下部磁極層4aおよび上部磁極層4cは、前記下部コア層2お

よび上部コア層12と同じ磁性材料で形成されていてもよいが、前記下部コア層2および上部コア層12よりも飽和磁束密度の高い磁性材料で形成されていることが好ましい。

【0052】この実施の形態では、前記対向面1bよりも内方に、有機絶縁材料で形成されたGd決め絶縁層5は形成され、前記ギャップ層4bの奥行き寸法が前記Gd決め絶縁層5により決められている。

【0053】薄膜磁気ヘッドの内方では、前記メッキ下地層3上に磁性金属材料の持ち上げ層6がメッキ形成され、持ち上げ層6が下部コア層2と磁気的に接続されている。

【0054】前記記録コア部4および前記持ち上げ層6を除く領域では、前記メッキ下地層3およびGd決め絶縁層5を覆う絶縁下地層7が形成されている。前記絶縁下地層7の上には、第1のコイル層8が設けられており、この第1のコイル層8は、前記持ち上げ層6の周囲に平面螺旋状となるようにメッキで形成されている。前記第1のコイル層8のピッチ間は第1のコイル絶縁層9で埋められており、また前記第1のコイル層8の上面が前記第1のコイル絶縁層9で覆われている。

【0055】前記第1のコイル絶縁層9を形成する無機絶縁材料は、 AlO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO 、 AlN 、 $AlSiN$ 、 TiN 、 SiN 、 Si_3N_4 、 NiO 、 WO 、 WO_3 、 BN 、 CrN 、 $SiON$ のうち少なくとも1種から選択されることが好ましい。

【0056】第1のコイル絶縁層9上には、第2のコイル層10が形成されている。第2のコイル層10は、持ち上げ層6の周囲に巻回された平面螺旋状であり、第1、第2のコイル層8、10は、中心部が第1のコイル絶縁層を貫通して互いに接続されている。

【0057】第2のコイル絶縁層11は、レジスト等の有機絶縁材料からなり、第2のコイル層10のピッチ間を埋めると共に、第2のコイル層の上面を覆っている。

【0058】上部コア層12はメッキで形成されたものであり、基部12aが持ち上げ層6に接続された状態で第2のコイル絶縁層11を覆うように形成され、先端部12bが記録コア部4の上部磁極層4cの上面に接続されている。

【0059】また、上部コア層12の先端部12bは、磁気ディスク対向面1bに露出することなく、対向面1bからハイト方向へ後退した位置を起点として記録コア部4から離れるに従って磁気ディスク対向面1bから離れるような傾斜面12cを有している。

【0060】保護層13は、 $AlSiO$ や Al_2O_3 等の絶縁材料からなり、第1層13aが記録ヘッド部h1を覆っており、またその一部が対向面1bと同一面となっている。前記保護層13の第1層13a上には、所定の膜厚の放熱層14が形成されている。この放熱層14は、前記保護層13よりも熱伝導率の高い非磁性金属材料

10

20

30

40

50

料で形成されている。この非磁性金属材料は、例えば、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、Ni、P、Mo、W、Pd、Rhから選ばれる1種、または2種以上の合金であり、あるいは前記から選ばれた2種以上の金属材料が積層された積層体である。

【0061】放熱層14は、第1のコイル層8や第2のコイル層10よりも充分大きい面積に形成されて、上部コア層12と対向する部分、第1のコイル層8及び第2のコイル層10と上部コア層12を介することなく対向する部分、上部コア層12とも第1のコイル層8及び第2のコイル層10とも対向しない部分を有している。また、前記放熱層14は、スライダ1の磁気ディスク対向面1bに露出することなく形成されている。

【0062】保護層13の第2層13bは、前記第1の層13aを覆うとともに前記放熱層14を覆うように形成されており、その一部はスライダ1の対向面1bと同一面となっている。すなわち図2に示す実施の形態では、前記放熱層14は前記保護層13内に埋設された構造であり、且つ、放熱層14は、前記上部コア層12、前記第1のコイル層8、及び第2のコイル層10と接続されていない。そして、保護層13の第2層13b上に図1に示した端子層60、60および端子層61、61が形成されている。この端子層60、60および端子層61、61は、比抵抗の小さい金属材料であるAu、Ag、Pt、Cuのいずれか、または前記金属材料のいずれか2種以上の合金、あるいは前記金属材料のいずれか2種以上の積層体である。

【0063】このような記録ヘッド部h1、端子層60、60および端子層61、61は、スライダ1のトレーリング側の端面1a上において、図3に示すように配置されている。なお、図3には、保護層13は図示せず、記録ヘッド部h1は、下部コア層2と第2のコイル層10と上部コア層12のみを示している。

【0064】前記記録ヘッド部h1の第1のコイル層8の端部（図示せず）と第2のコイル層10の端部10aは、例えば、それぞれ前記端子層60、60のどちらか一方に導通されている。また図2、図3では省略しているが、記録ヘッド部h1の下には磁気抵抗効果素子を有する再生ヘッド部が設けられており、前記磁気抵抗効果素子は、例えば前記端子層61、61と導通されている。

【0065】前記端子層60、60および前記端子層61、61はいわゆるボンディングパッドとして機能するものであり、前記各端子層に接続されたワイヤー、またはフレキシブルプリント基板のリードが、磁気記録再生装置に設けられた電気回路と導通されている。

【0066】また、図3に示すように、放熱層14は、スライダ1のトレーリング側の端面1a上において、記録ヘッド部h1の上部コア層12、及び第1のコイル層8（図3には図示せず）と第2のコイル層10上を覆っ

て、前記端子層60、60や前記端子層61、61と接触しないように、できるだけ大きな面積に形成されている。放熱層14の面積は、前記端子層60、60や前記端子層61、61の面積より大きい。

【0067】図2、図3に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記のように各層を積層して記録ヘッド部h1を形成した後に、記録ヘッド部h1上に保護層13の第1層13aをスパッタ形成する。そして、好ましくは第1層13aの上面を平坦化した後に、前記第1層13aの表面にメッキ下地層（図示せず）を形成した後、放熱層14をメッキ形成する。前記放熱層14が形成されている領域以外の前記メッキ下地層は、放熱層14を形成した後、イオンミリング等により除去してもよいし、またはそのまま除去しなくてもよい。

【0068】そして、保護層13の第1層13a上に放熱層14を覆う第2層13bを形成した後、第2層13bの表面を平坦化して、前記端子層60、60および端子層61、61を形成する。

【0069】図1に示す磁気ヘッド装置は、ハード磁気ディスク装置等の磁気記録再生装置に搭載される。この磁気ヘッド装置は、スライダ1が薄い板ばねで形成された弾性支持部材に支持されて、スライダ1の対向面1bが磁気ディスク（図示せず）等の磁気記録媒体に対向する。そして前記磁気記録媒体が回転すると、その表面の空気流によりスライダ1が磁気記録媒体から微小間隔を空けて浮上し、またはスライダが磁気記録媒体に摺動する。

【0070】記録ヘッド部h1の第1のコイル層8と第2のコイル層10に、記録電流が印加されると、第1のコイル層8と第2のコイル層10に流れる記録電流により、下部コア層2および上部コア層12に誘導された磁界は、ギャップ層4bにおいて洩れ磁界となり、この洩れ磁界により磁気記録媒体が磁化される。このとき、記録電流により第1のコイル層8と第2のコイル層10がジュール熱で加熱される。また下部コア層2および上部コア層12に発生する渦電流によっても両コア層2および12が発熱する。前記第1、第2のコイル層8、10および前記上部コア層12や下部コア層2の発熱により、記録ヘッド部h1およびその周囲が高温となる。

【0071】しかし、図に示す実施の形態では、記録ヘッド部h1の上方に熱伝導率の高い材料で形成された放熱層14が形成されているため、記録ヘッド部h1に発生した熱は、保護層13の第1層13aを介して放熱層14に伝えられる。

【0072】すなわち、上部コア層12と前記放熱層14が対向している部分では、第1のコイル層8と第2のコイル層10および下部コア層2および上部コア層12に発生した熱は、上部コア層12から第1層13aを伝わって放熱層14に与えられる。放熱層14が上部コア層12と対向することなく、第1のコイル層8と第2の

10

20

30

40

50

コイル層10と直接対向している部分では、第1のコイル層8と第2のコイル層10で発せられた熱は、第1層13aを伝わって放熱層14に与えられる。

【0073】また、放熱層14は、一部が上部コア層12、第1のコイル層8及び第2のコイル層10と対向する。このように面積の大きな放熱層14では熱容量が充分であり、上部コア層12、下部コア層2、第1のコイル層8、第2のコイル層10で発せられた熱が放熱層14に放出され易く、放熱層14の熱は、保護層13の第2層13bに放出され易い。

【0074】ここで、前記放熱層14は、大きな熱容量を有するようにその体積が決められており、少なくとも上部コア層12よりも熱容量が大きくなる体積に形成されている。放熱層14の熱容量は、上部コア層12の熱容量および第1のコイル層8の熱容量と第2のコイル層10の熱容量の総和よりも大きいことが好ましい。例えば、放熱層14が前記金属材料で形成されている場合、その体積は前記放熱層の総体積が $1.0 \times 10^{-14} \text{ m}^3$ 以上であることが好ましい。また前記放熱層14に蓄熱された熱は、保護層13内に放熱され、その熱は、保護層13の第2層13bを伝わって、前記保護層14の表面から放熱される。

【0075】また、前記放熱層14の熱容量は、体積だけではなく、放熱層14の表面に凹凸を形成して放熱層14の表面積を増すことによっても増大させることができる。

【0076】前記記録ヘッド部h1が発熱した熱が、前記放熱層14に伝わって蓄熱され、さらに保護層13を経て放熱されることにより、記録ヘッド部h1が高熱になるのを抑制できる。その結果、記録ヘッド部h1の熱膨張量が少なくなると、記録ヘッド部h1が対向面1bから突出することが抑制される。よって、高記録密度化、高周波数化に伴いスライダ1の磁気ディスク対向面1bと磁気記録媒体（磁気ディスク）との間隔が狭く、例えば、10nm以下のハード磁気ディスク装置であっても、記録ヘッド部h1が磁気記録媒体に直接に当たるのを防止できるようになる。

【0077】なお、保護層13は、Si含有量が2原子%以上で9原子%以下であるAlSiOであることが好ましい。このようなSi含有量のAlSiOは、 Al_2O_3 に比較して熱伝導性が高くなる。よってこのAlSiOからなる保護層13を用いると、上部コア層12から放熱層14へ熱が伝わりやすく、さらに放熱層14からの熱が保護層13を伝わって放熱されるようになる。

【0078】これは、 Al_2O_3 の膜構造は、完全なアモルファス状態であり、原子の配列に全く規則性が見られないのに対して、Si含有量が2原子%以上で9原子%以下であるAlSiOの膜構造は、透過電子線回折像で観測すると、原子配列に短範囲の規則性が若干見られる。よって、AlSiOの良好な熱伝導性は、結晶性の向上

によるものと考えられる。

【0079】図8のグラフは、AlSiO膜の熱伝導率についての特性を示している。まず、直流抵抗が50Ωの発熱抵抗体の上下を厚み30nmの絶縁膜で挟み、且つ前記発熱抵抗体の一部を前記絶縁層の間から露出させたものを製造し、前記発熱抵抗体に9mAの電流を与えたときの前記のように露出している発熱抵抗体の温度を測定した。

【0080】図8では、前記絶縁層としてAlSiO膜を用い、そのSi含有量（原子%）を変化させた膜を使用した測定結果を示している。図7の横軸はSiの含有量を示し、縦軸は前記発熱抵抗体の温度を示している。ただし、縦軸は、絶縁膜がSiを含有しないとき、すなわち Al_2O_3 である場合を「100」で表し、Siの含有量を変えた絶縁膜を用いたときの前記発熱抵抗体の測定温度を前記「100」に対する比率（パーセンテージ）で示している。

【0081】図8に示すように、前記発熱抵抗体の温度は、AlSiO膜のSi含有量が1.5原子%であるとき、基準からほとんど変化せず、AlSiO膜のSi含有量が2.5原子%、5原子%、7.5原子%であるとき、基準から下がり、AlSiO膜のSi含有量が10原子%であるとき、基準とほぼ同じになる。よって、前記保護層13の第1層13a、第2層13bをAlSiOで形成する場合に、Siを2原子%以上で9原子%以下とすると、保護層13の熱伝導率が高くなり、図2、図3の実施の形態において、記録ヘッド部h1の熱が放熱層14に伝達されやすくなり、また、放熱層14の熱が第2層13bを伝わって外部に放熱されやすくなる。

【0082】図4は、本発明の第2の実施の形態の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。図4の実施の形態では、記録ヘッド部h1が図2に示した第1の実施の形態と同じであるので、同一部材に同一符号を付与して、説明を省略する。

【0083】第2の実施の形態では、熱伝導率の高い非磁性金属材料からなる放熱層24が、記録ヘッド部h1の上部コア層12の上面に接触するように形成されている。この放熱層24は、第1のコイル層8や第2のコイル層10よりも充分大きい面積に形成されて、上部コア層12と対向して上部コア層12と接触する部分、上部コア層12と対向することなく、第1のコイル層8及び第2のコイル層10と直接対向する部分、上部コア層12とも第1のコイル層8及び第2のコイル層10とも対向しない部分を有している。また、前記放熱層24は、スライダ1の磁気ディスク対向面1bに露出することなく形成されている。

【0084】保護層23は、 Al_2O_3 やAlSiO等の絶縁材料からなり、記録ヘッド部h1と放熱層24を覆い、その表面が外部に露出している。図1に示すように、保護層23の表面には端子層60、60および端子

層61, 61が形成されている。

【0085】これら端子層60, 60および端子層61, 61と放熱層24、記録ヘッド部h1の配置は、図3に示す第1の実施の形態と同様にトレーリング側の端面1a上に配置されている。

【0086】図4に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録ヘッド部h1の上部コア層12を形成した後に、前記上部コア層12の周囲を覆う前記保護層23の第1層23aを成膜し、上部コア層12の上面と第1層23aの上面とが同一面となるように平坦化する。平坦化された上部コア層12の上面および第1層23aの上面にメッキ下地層（図示せず）を形成して、上部コア層12および前記第1層23aの上に放熱層24をメッキ形成する。そして、放熱層24を覆うように保護層23の第2層23bを形成する。なお、保護層23の第1層23aを成膜せずに、上部コア層12、第2のコイル絶縁層11の上面にメッキ下地層（図示せず）を形成して、直接放熱層24を形成しても良い。

【0087】そして、記録ヘッド部h1と放熱層24を覆う保護層23の表面を平坦化し、その表面に前記端子層60, 60および端子層61, 61を形成する。

【0088】この薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層12の上に前記メッキ下地層を介して放熱層24が一体に形成されているため、上部コア層12の部分の熱容量が大きくなる。したがって、上部コア層12の発熱を抑制することができる。また第1のコイル層8および第2のコイル層10の発熱は、上部コア層12に伝わって前記放熱層24に与えられる。また、上部コア層12と対向しない第1のコイル層8および第2のコイル層10の熱は、前記保護層23の第1層23aを伝わって放熱層24に与えられる。

【0089】この第2の実施の形態においても、またこれ以降に説明する実施の形態においても、放熱層24は、少なくとも上部コア層12よりも熱容量が大きくなる体積に形成されており、上部コア層12の熱容量および第1のコイル層8の熱容量と第2のコイル層10の熱容量の総和よりも、放熱層24の熱容量が大きいことが好ましい。また、その体積は前記放熱層の総体積が $1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ 以上であることが好ましい。

【0090】また、第2の実施の形態、およびこれ以降に説明する実施の形態において、前記保護層23の第1層23a、第2層23bをAlSiOで形成する場合には、Siを2原子%以上で9原子%以下とすると、保護層23の熱伝導率が高くなり、コイル層8, 10の熱が放熱層24に伝達されやすくなり、また、放熱層24の熱が第2層23bを伝わって外部に放熱されやすくなる。

【0091】図5は、本発明の第3の実施の形態であり、記録ヘッド部h1の構造は、図2に示した第1の実施の形態、および図4に示した第2の実施の形態と同じ

であるので、同一部材に同一符号を付与して、説明を省略する。

【0092】第3の実施の形態では、記録ヘッド部h1がAl₂O₃やAlSiO等の絶縁材料で形成された保護層33で覆われており、好ましくは、Siが2原子%以上で9原子%以下のAlSiOで形成された保護膜33により覆われている。

【0093】そして、前記保護膜33の表面に、放熱層34が形成されている。また、保護層33の表面には、前記端子層60, 60および端子層61, 61が形成される。

【0094】これら端子層60, 60および端子層61, 61と放熱層24、記録ヘッド部h1は、図3に示す第1の実施の形態と同様にスライダ1のトレーリング側の端面1aに配置されている。

【0095】この場合に、前記放熱層34、および前記端子層60, 60および端子層61, 61を、熱伝導率の低い同じ非磁性金属材料、例えばAu、Ag、Pt、Cuのいずれか、または前記のいずれか2種以上の合金、または前記のいずれか2種以上の金属の積層体により形成することができる。すなわち、平坦化された保護層33の表面に、前記放熱層34、および前記端子層60, 60と端子層61, 61を同一の面上に、同じ成膜工程で形成することができる。

【0096】放熱層34は、保護層33を介して記録ヘッド部h1と対向している。放熱層34は、第1のコイル層8や第2のコイル層10よりも充分大きい面積に形成されて、上部コア層12と対向する部分、第1のコイル層8及び第2のコイル層10と対向して上部コア層12と対向しない部分、上部コア層12とも第1のコイル層8及び第2のコイル層10とも対向しない部分を有している。

【0097】図5に示す第3の実施の形態の薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッド部h1の熱が、保護層33内を伝わって放熱層34に与えられる。そして熱容量の大きい放熱層34で蓄熱されるとともに、放熱層34の表面から外部へ熱が放出される。

【0098】また、図5に示す実施の形態において、前記放熱層34と前記端子層60または端子層61と一体化されていてもよい。放熱層34と端子層60または61を一体に形成した場合には、放熱層34の熱容量および面積が大きくなるため、記録ヘッド部h1の熱を外部に放出する面積が増えるので、記録ヘッド部h1の温度上昇がさらに抑えられて、記録ヘッド部h1の熱膨張量をより少なくすることができる。

【0099】なお、上記第1、第2、第3の実施の形態では、放熱層14、24、34が上部コア層12を介して対向する部分と、上部コア層12を介することなく第1のコイル層8および第2のコイル層10と対向する部分とを有しているが、放熱層14、24、34は、上部

コア層12に対向する部分だけでもよいし、または、上部コア層12を介することなく第1のコイル層8および第2のコイル層10に対向する部分のみでもよい。

【0100】しかし、記録ヘッド部h1の熱を速やかに放出させるためには、放熱層14、24、34をより広い領域に形成して、総体積を $1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ 以上とすることが好ましい。

【0101】前記放熱層の体積と記録ヘッド部h1の熱膨張による突き出し量との関係を調べるために、図4に示す第2の実施の形態のように放熱層24が上部コア層12に接触している構造の薄膜磁気ヘッドを試作した。放熱層24をAu、保護層23を Al_2O_3 で形成し、第1のコイル層8および第2のコイル層10の巻回数をそれぞれ9ターンとし、上部コア層12の記録コア部4側の先端から持ち上げ部6側の後端までの長さを $18 \mu\text{m}$ とした。ただし、放熱層24の体積の相違するものを試作し、それぞれについて、 50 mA で 100 MHz の記録電流を与えたとき、記録ヘッド部h1の磁気ディスク対向面1bからの突き出し量を測定した。

【0102】その結果、放熱層24の体積が $0.5 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ のものは突き出し量が 13 nm 、 $1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ のものでは突き出し量が 10 nm 、 $2.50 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ のものでは、突き出し量が 6 nm 、 $4.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ のものでは突き出し量が 3 nm であった。なお、放熱層14を設けないものでは、記録ヘッド部h1の磁気ディスク対向面1bからの突き出し量が 20 nm を越えた。

【0103】高密度記録用のハード磁気ディスク装置では、スライダ1のトレーリング側端面のディスクからの浮上量が 10 nm 以下であるため、記録ヘッド部h1の熱膨張による突き出し量が 10 nm 以下であることが好ましい。よって前記放熱層の体積は、 $1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ 以上であることが好ましく、さらに好ましくは $2.50 \times 10^{-11} \text{ m}^3$ 以上である。

【0104】図6は、本発明の第4の実施の形態の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。図6の実施の形態での記録ヘッド部h1は、第1、第2、第3の実施の形態と同じであるので、同一部材に同一符号を付与して、説明を省略する。

【0105】第4の実施の形態では、放熱層44が、記録ヘッド部h1の上部コア層12に接触する接続部44aと、接続部44aに連続して形成された接続部44aよりも広い面積の露出部44bとで構成されている。そして露出部44bが保護層43から露出している。

【0106】前記露出部44bは、前記第1ないし第3の実施の形態の放熱層14、24、34と同じ面積で且つ同じ体積となるように形成されている。すなわち、前記露出部44bは、第1のコイル層8や第2のコイル層10よりも充分大きい面積に形成されて、上部コア層12と対向して接触する部分、第1のコイル層8及び第2

のコイル層10と対向して上部コア層12と接触しない部分、上部コア層12とも第1のコイル層8及び第2のコイル層10とも対向しない部分を有している。また、前記放熱層44は、スライダ1の磁気ディスク対向面1bに露出することなく形成されている。

【0107】前記接続部44aと露出部44bは、同一の材料で形成されている。あるいは、前記接続部44aと露出部44bが異なる材料で形成されていてもよい。例えば、前記接続部44aと露出部44bは、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、NiP、Mo、W、Pd、Rhから選ばれる1種、または2種以上の合金、あるいは前記から選ばれた2種以上の金属材料が積層された積層体で形成される。

【0108】保護層43は、 Al_2O_3 や AlSiO 等の絶縁材料からなり、記録ヘッド部h1と放熱層44の接続部44aを覆っており、放熱層44の露出部44bは、保護層43上に設けられて、保護層43から露出している。また、保護層43の表面には端子層60、60および端子層61、61が形成されている。

【0109】放熱層44の露出部44bは、端子層60、60および端子層61、61、記録ヘッド部h1と共に、図3に示す放熱層14と同様にして、スライダ1のトレーリング側の端面1a上に配置されている。

【0110】この薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録ヘッド部h1を形成した後、記録ヘッド部h1の周囲に前記保護層43の第1層43aを形成する。そして上部コア層12の上面および前記第1層43aの上面を同一面となるように研磨し、その上にメッキ下地層（図示せず）を形成する。

【0111】その後、前記上部コア層12の上面から上方へ接続部44aをフレームメッキ法により形成し、周囲のメッキ下地層を除去する。なお、接続部44aの周囲のメッキ下地層を除去しなくてもよい。

【0112】次に、前記接続部44aの周囲に保護層43の第2層43bを形成し、接続部44aの上面と第2層43bの上面とが同一面となるように研磨する。そして、前記接続部44aおよび第2層43bの上面にメッキ下地層を形成し、前記露出部44bをメッキで形成する。前記のように、このときに、露出部44bと前記端子層60および61を同時にメッキすることも可能である。

【0113】この実施の形態では、記録ヘッド部h1の熱が、上部コア層12から接続部44aに伝わり、さらに露出部44bに伝わって、露出部44bの表面から外部へ放出される。また、上部コア層12に接続部44aと露出部44bが一体に接続されているので、上部コア層12の熱容量が実質的に増加し、これによって、記録ヘッド部h1の温度上昇を抑制できる。また、保護層を、Siが2原子%以上で9原子%以下の AlSiO で形成すると、記録ヘッド部h1の熱の放熱特性を向上で

きる。

【0114】なお、上記第4の実施の形態では、放熱層44の露出部44bが上部コア層12に対向する領域、および上部コア層12と重ならない部分での第1のコイル層8および第2のコイル層10に対向する領域を有しているが、露出部44bは、接続部44aに接触して保護層43から露出している限り、上部コア層12に対向する領域にのみ形成されていてもよい。

【0115】ただし、記録ヘッド部h1の発熱を速やかに放出させるためには、放熱層44の露出部44bをより広い領域に形成して、また、放熱層44の接触部44aを上部コア層12とより広い領域で接触させて、放熱層44の総体積を $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ 以上とすることが好ましい。

【0116】このように記録ヘッド部h1の温度上昇を抑えられて、記録ヘッド部h1の熱膨張量を少なくすることができる。

【0117】次に、図7を用いて本発明の第5の実施の形態を説明する。本発明の第5の実施の形態は、記録ヘッド部h1が第1～第4の実施の形態と同じであるので、同一部材に同一符号を付与して説明を省略する。

【0118】第5の実施の形態では、放熱層54が導熱部54aと、接続部54bと、露出部54cから成る。これらは同じ非磁性金属材料で形成されている。あるいはそれぞれの部分が別の材料で形成されていてもよい。

【0119】前記導熱部54aは、上部コア層12の上面に接触して形成されているとともに、上部コア層12が形成されていない領域に延びて、第2のコイル絶縁層11上に形成されている。接続部54bは、導熱部54aに接触して上方に向かって延び、その上部に広径のバンプ部54dを有している。接触部54bは、上部コア層12の後方に位置しており、バンプ部54dがスライダ1の対向面1bに露出しないようになっている。

【0120】露出部54cは平坦であり、接続部54bのバンプ部54dに接触している。前記露出部54cは、保護層53の上面に露出し、第1のコイル層8や第2のコイル層10よりも充分大きい面積に形成されて、上部コア層12に対向する部分、第1のコイル層8及び第2のコイル層10と上部コア層12を介することなく対向する部分、上部コア層12とも第1のコイル層8及び第2のコイル層10とも対向しない部分を有している。このような放熱層54は、スライダ1の対向面1bに露出することなく形成されている。

【0121】保護層53は、 Al_2O_3 や AlSiO 等の絶縁材料からなり、スライダ1の一端面1a上に形成されて記録ヘッド部h1と放熱層54の導熱部54a、接続部54bを覆っている。放熱層54の露出部54cは、保護層54上に設けられて、保護層54から露出している。また、保護層43の表面には端子層60、60および端子層61、61が形成されている。

【0122】放熱層54の露出部54cは、端子層60、60および端子層61、61、記録ヘッド部h1と共に、図3に示す放熱層14と同様にしてスライダ1のトレーリング側の端面1a上に配置されている。

【0123】この実施の形態においても、前記露出部54cを、前記端子層60および61と同一面上で、同じ工程で、同じ材料で形成することができる。

【0124】この薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録ヘッド部h1を形成した後、上部コア層12および第2のコイル絶縁層11上にメッキ下地層（図示せず）を形成し、その上に導熱部54aをメッキ形成し、その上に保護層53の第1層53aを形成する。このとき第1層53aが形成されていない領域を形成して、この欠如部分にメッキを形成して、前記接続部54bおよびバンプ部54dを形成する。さらにバンプ部54dの周囲に保護層53の第2層53bを形成し、第2層53bとバンプ部54dの表面を平坦化し、その上に露出部54cを形成する。

【0125】この薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層12の熱が導熱部54aから、接続部54bおよび露出部54cに伝達され、またコイル層の熱は、第2のコイル絶縁層11を介して接続部54bに伝わり、さらに露出部54cに伝達される。よって記録ヘッド部h1の熱容量を実質的に増大でき、さらに熱を、露出部54cの表面から放出させることができる。

【0126】また、第5の実施の形態では、図7に示すように、第1のコイル層8と第2のコイル層10の導体幅は、上部コア層12が形成された領域で狭く、上部コア層12が形成されていない領域で広く形成されている。このような第1のコイル層8と第2のコイル層10では、上部コア層12の磁路長（上部コア層12の先端部12bから基部に至るまでの長さ）を短くして磁気損失を低下させることができ、第1、第2のコイル層8、10は、全体の電気抵抗が上昇することなく、且つ、第1、第2のコイル層8、10が放熱体54に対向する面積が増大するので、第1、第2のコイル層8、10の熱が放熱体54に放出されやすくなる。

【0127】また、第5の実施の形態では、図7に示すように、磁性金属材料からなる後方下部コア層55が下部コア層2と分離して設けられており、後方下部コア層55は、下部コア層2が形成された面と同一面上で下部コア層2と近接して設けられている。後方下部コア層55と放熱層54は、第1の熱伝導部材56で連結されている。この後方下部コア層55は、絶縁下地層7、第1のコイル絶縁層9、及び第2のコイル絶縁層11よりも熱伝導率が高く、第1の熱伝導部材56を介して下部コア層2、第1のコイル層8、第2のコイル層10の熱を放熱層54に伝導する熱伝導層となっている。

【0128】また、図7では、記録ヘッド部h1の下に設けられた再生ヘッド部h2を断面図において示してい

る。

【0129】再生ヘッド部h2は、記録ヘッド部h1の下部コア層2側で、スライダ1の一端面1a上にアンダーコート62を介して形成されている。

【0130】再生ヘッド部h2は、スピンバルブ膜に代表される巨大磁気抵抗効果を利用したGMR素子や、異方性磁気抵抗効果を利用したAMR素子である磁気抵抗効果素子70がバーマロイからなる上部、下部シールド層71、72間に互いに絶縁された状態で挟まれており、磁気抵抗効果素子70の先端が磁気ディスク対向面1bに露出している。

【0131】このような再生ヘッド部h2を備えた薄膜磁気ヘッドが磁気ディスク等磁気媒体の磁気記録を再生するとき、磁気抵抗効果素子70は、上部、下部シールド層71、72間に現れた磁気ディスクからの磁界を検知して、磁界により電気抵抗が変化する。そして、磁気抵抗効果素子70の電気抵抗変化から磁気記録を再生する。

【0132】この薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッド部h1での温度上昇が抑制されているので、再生用ヘッド部h2において温度が大きく変動することなく、磁気抵抗効果素子70の温度変化による電気抵抗変化が小さく、磁気抵抗効果素子70の電気抵抗の変化から磁気記録を正確に再生することができる。

【0133】また、図7に示す実施の形態では、上部シールド層71と磁性金属材料からなる後方上部シールド層75が同一面内で近接して設けられており、後方上部シールド層75は、第2の熱伝導部材73により後方下部コア層55に接続されている。さらに、後方上部シールド層75と下部シールド層72とが第3の熱伝導部材74により接続されている。後方上部シールド層75は、熱伝導率が高いので、上部シールド層71、下部シールド層72の熱を放熱層54に伝導する熱伝導層となっている。

【0134】ここで、前記熱伝導部材56、73、74は、熱伝導率の高い金属材料で形成されており、好ましくは非磁性金属材料で形成されている。例えば、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、NiP、Mo、W、Pd、Rhから選ばれる1種、または2種以上の合金であり、あるいは前記から選ばれた2種以上の金属材料が積層された積層体で形成される。

【0135】図7に示すように、記録ヘッド部h1の後方下部コア層55と放熱層54を第1の熱伝導部材56により接続することで、記録ヘッド部h1全体の温度の上昇を抑制でき、さらに再生ヘッド部h2において、後方上部シールド層75設けてその熱が第2の熱伝導部材73を介して放熱層54に伝達されるようにし、さらに、第3の熱下部シールド層72の熱を第3の熱伝導部

材74を介して放熱層54に伝達させるようにすると、再生ヘッド部h2の温度上昇も抑制できるようになる。

【0136】

【発明の効果】本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録ヘッド部の熱が放熱層に放出されるので、記録ヘッド部、さらには記録ヘッド部と再生ヘッド部の温度上昇を抑制し、記録媒体との対向面からの前記ヘッド部の熱膨張による突出を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドが形成されたスライダの全体斜視図、

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの第1の実施の形態の断面図、

【図3】本発明の薄膜磁気ヘッドの第1の実施の形態の平面図、

【図4】本発明の薄膜磁気ヘッドの第2の実施の形態の断面図、

【図5】本発明の薄膜磁気ヘッドの第3の実施の形態の断面図、

【図6】本発明の薄膜磁気ヘッドの第4の実施の形態の断面図、

【図7】本発明の薄膜磁気ヘッドの第5の実施の形態の断面図、

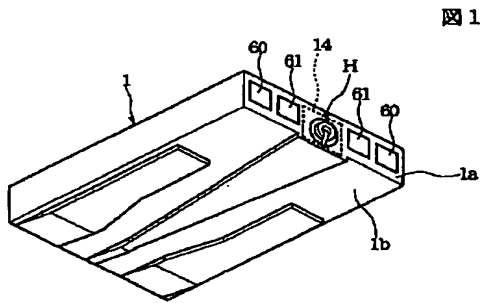
【図8】AlSiOの熱伝導性とSi含有量の関係を示すグラフ、

【図9】従来の薄膜磁気ヘッドの断面図、

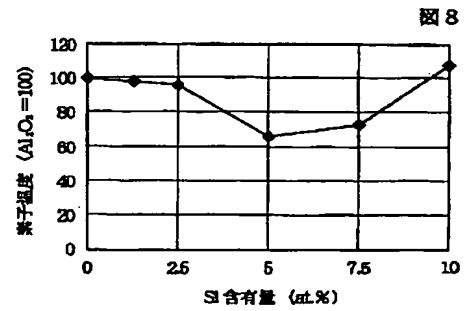
【符号の説明】

- 1 スライダ
- 1a 一端面
- 1b 磁気ディスク対向面
- 2 下部コア層
- 4 記録コア
- 4a 下部磁極層
- 4b 磁気ギャップ層
- 4c 上部磁極層
- 8 第1のコイル層
- 9 第1のコイル絶縁層
- 10 第2のコイル層
- 11 第2のコイル絶縁層
- 12 上部コア層
- 13、23、33、43、53 保護層
- 14、24、34、44、54 放熱層
- 44a 接続部
- 44b 露出部
- 54a 導熱部
- 54b 接続部
- 54c 露出部
- 54d バンプ部

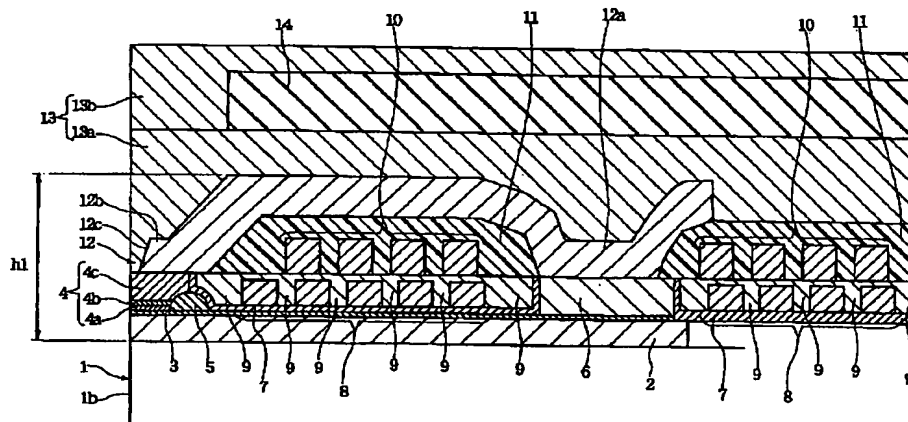
【図1】



【図8】



【図2】



【図3】

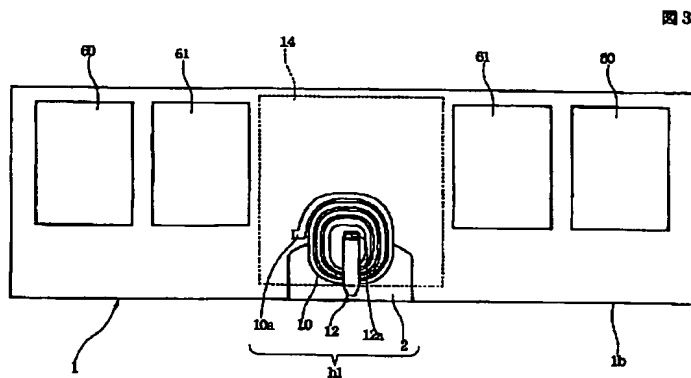
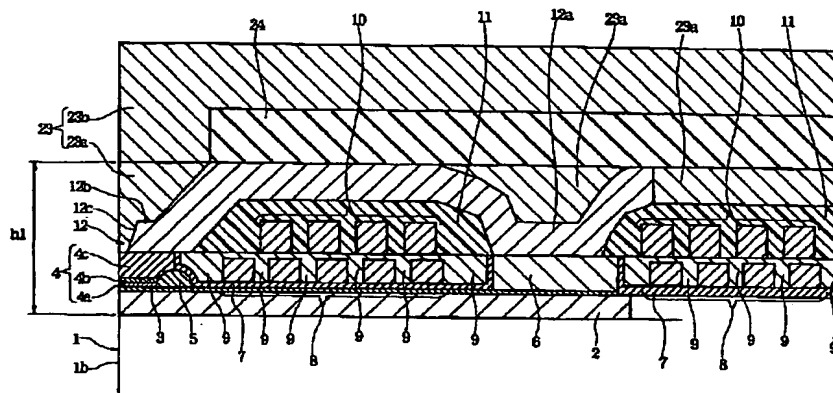
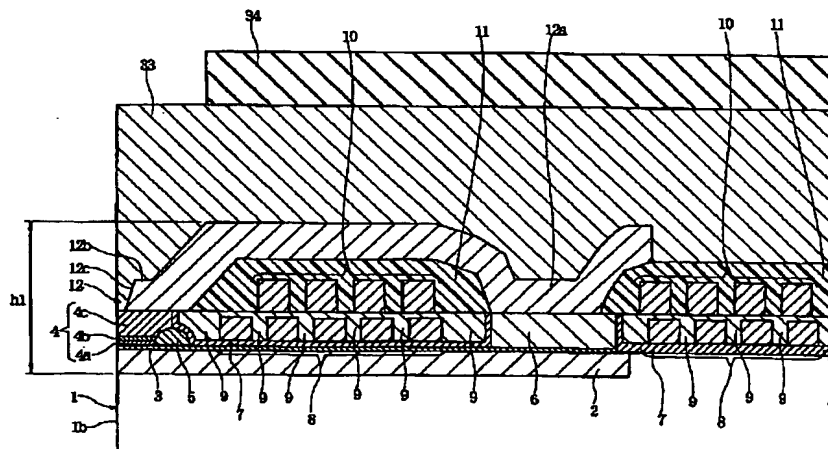


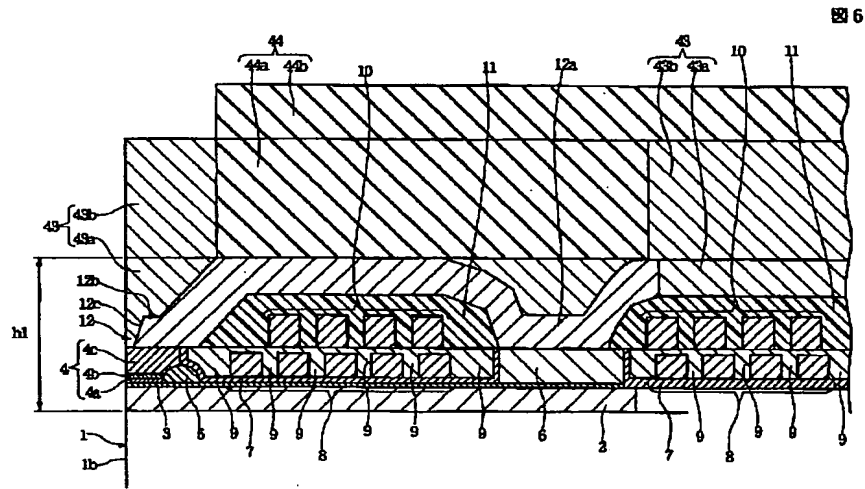
圖 4



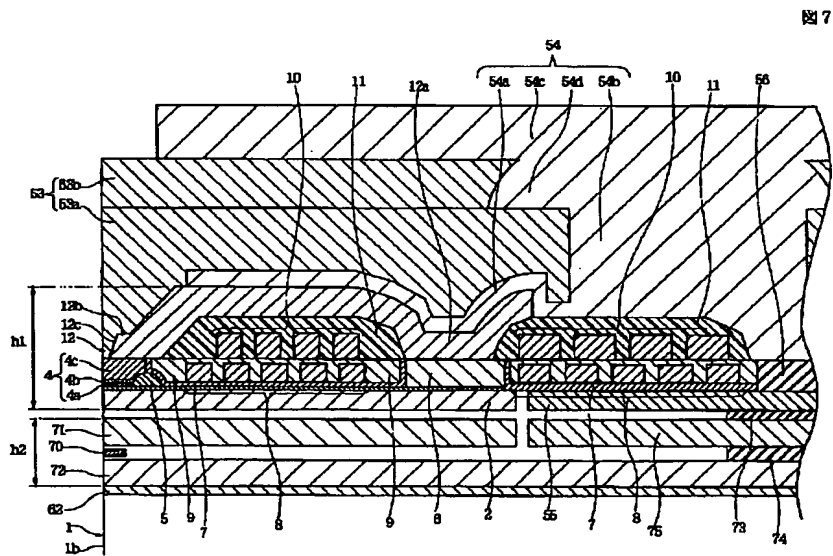
5



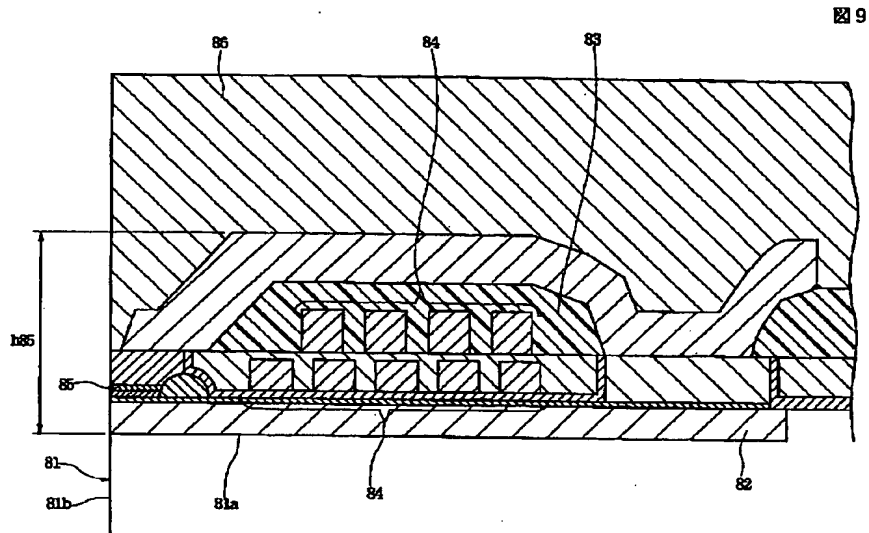
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 岸本 昭夫
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
 ス電気株式会社内
 (72)発明者 佐藤 清
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
 ス電気株式会社内

(72)発明者 橋本 秀幸
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
 ス電気株式会社内
 Fターム(参考) 5D033 BA41 BA62 BA71 BB43 CA07
 5D034 BA02 BA21 BB09 BB12 CA02